

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

014615274 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 2002-435978/200246

XRPX Acc No: N02-343185

Interferometer for measurement of surface parameters, size, shapes, distances, vibrations, has a probe arrangement, with fixed and rotatable parts and associated beam splitter

Patent Assignee: BOSCH GMBH ROBERT (BOSC ); DRABAREK P (DRAB-I)

Inventor: DRABAREK P

Number of Countries: 024 Number of Patents: 005

Patent Family:

Patent No Kind Date Applcat No Kind Date Week

WO 200240936 A1 20020523 WO 2001DE4184 A 20011107 200246 B

DE 10057540 A1 20020606 DE 1057540 A 20001120 200246

EP 1337803 A1 20030827 EP 2001996715 A 20011107 200357

WO 2001DE4184 A 20011107

KR 2003045193 A 20030609 KR 2003706655 A 20030516 200370

US 20040061865 A1 20040401 WO 2001DE4184 A 20011107 200425

US 2003432123 A 20031105

Priority Applications (No Type Date): DE 1057540 A 20001120

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

WO 200240936 A1 G 20 G01B-009/02

Designated States (National): IN JP KR US

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU

MC NL PT SE TR

DE 10057540 A1 G01B-009/02

EP 1337803 A1 G G01B-009/02 Based on patent WO 200240936

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI

LU MC NL PT SE TR

KR 2003045193 A G01B-009/02

US 20040061865 A1 G01B-009/02

Abstract (Basic): WO 200240936 A1

NOVELTY - Interferometer comprises a probe part (6) that is divided into a fixed probe part (6.1) and a rotatable probe part (6.2) that is mechanically and optically coupled to the fixed probe part. A beam splitter (6.3) creates a reference beam and a measuring beam for interferometric measurement and is located within the rotatable probe part. The beams are used to investigate the surface of a measurement object (7).

USE - Interferometer for measurement of surface parameters, size, shapes, distances, vibrations, etc.

ADVANTAGE - The inventive device is easy to use and permits error free scanning of a test object, by suppression of interference generated by the drive device.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - Figure shows a schematic view of the invention.

modulation interferometer (2)

coherent light source (3)

receiver part (4)

probe part (6)

fixed probe part (6.1)

rotating probe part (6.2)  
beam splitter (6.3)  
measuring object (7)  
analysis computer (8)  
pp; 20 DwgNo 1/2

Title Terms: INTERFEROMETER; MEASURE; SURFACE; PARAMETER; SIZE; SHAPE;  
DISTANCE; VIBRATION; PROBE; ARRANGE; FIX; ROTATING; PART; ASSOCIATE; BEAM  
; SPLIT

Derwent Class: P31; P81; S02; S03

International Patent Class (Main): G01B-009/02

International Patent Class (Additional): A61B-003/12; A61B-005/00;  
G01B-011/24; G01B-011/30; G01N-021/45; G01N-021/954; G02B-023/26

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): S02-A03A; S03-E04B5

?



⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

⑫ DE 100 57 540 A 1

⑬ Int. Cl. 7:  
**G 01 B 9/02**  
G 01 B 11/30  
G 01 B 11/24

⑯ Aktenzeichen: 100 57 540.4  
⑯ Anmeldetag: 20. 11. 2000  
⑯ Offenlegungstag: 6. 6. 2002

DE 100 57 540 A 1

⑰ Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑲ Erfinder:

Drabarek, Pawel, Dr., 75233 Tiefenbronn, DE

⑳ Entgegenhaltungen:

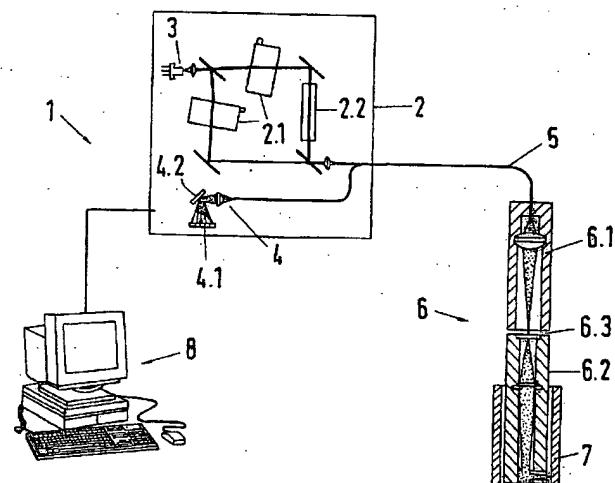
DE	198 19 762 A1
DE	198 08 273 A1
US	56 40 270 A
US	48 48 908
EP	01 26 475 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉓ Interferometrische Messvorrichtung

㉔ Die Erfindung bezieht sich auf eine interferometrische Messvorrichtung zum Messen von Oberflächenkenngrößen, Formen, Abständen, Abstandsänderungen, z. B. Schwingungen, von Messobjekten (7) mit einem Sondenteil (6). Eine hinsichtlich der Handhabung und einer störungsfreien Abtastung günstige Ausbildung besteht darin, dass der Sondenteil (6) in einen feststehenden Sondenteil (6.1) und einen mit diesem mechanisch und optisch gekoppelten rotierbaren Sondenteil (6.2) unterteilt ist und dass ein Strahlteiler (6.3; 6.3') zum Erzeugen eines Referenzstrahls und eines Messstrahls für die interferometrische Messung in dem rotierbaren Sondenteil (6.2) angeordnet ist (Fig. 1).



DE 100 57 540 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine interferometrische Messvorrichtung zum Messen von Oberflächenkenngrößen, Formen, Abständen, Abstandsänderungen, z. B. Schwingungen, von Messobjekten mit einem Sondenteil.

[0002] Eine interferometrische Messvorrichtung dieser Art ist in der DE 198 08 273 A1 angegeben. Bei dieser bekannten Messvorrichtung wird in dem interferometrischen Messsystem mittels Kohärenz-Multiplex das optische System der Messvorrichtung auf zwei Subsysteme aufgeteilt, nämlich ein so bezeichnetes Modulations-Interferometer und einen Sondenteil. Der Sondenteil ist auf diese Weise gut handhabbar und weist einen Messkopf auf, mit dem auch Messungen in relativ langen, engen Bohrungen möglich sind. Die Messvorrichtung ist für eine Mehrwellenlängeninterferometrie ausgelegt, so dass eine Messbereichserweiterung erzielt wird. Um eine Rundum-Abtastung einer Oberfläche durchzuführen, wird in der Regel das Messobjekt selbst oder die Messvorrichtung rotierend angetrieben. Der Antrieb ist nicht immer einfach auszuführen und kann sich negativ auf die Messgenauigkeit auswirken.

[0003] Bei einer in der DE 198 19 762 A1 gezeigten weiteren interferometrischen Messvorrichtung dieser Art sind verschiedene raumsparende Messsonden für das Messsystem vorgeschlagen, wobei die Erzeugung der Abtastbewegung mit ähnlichen Schwierigkeiten verbunden sein kann, wie vorstehend angegeben.

[0004] Die EP 0 126 475 zeigt ein Verfahren und eine Vorrichtung zum berührungsfreien Messen der Ist-Positionen und/oder des Profils rauer Oberflächen, das auf dem Konzept des Mehrwellenlängen-Heterodyn-Interferometers basiert und als Lichtquelle ein oder mehrere Laser beinhaltet. Die Heterodyn-technik ermöglicht es, auf der Grundlage der Phasenauswertung den Einfluss von Erschütterungen weitgehend zu unterdrücken; jedoch können auch bei dieser Vorgehensweise die vorstehend genannten Schwierigkeiten auftreten.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine interferometrische Messvorrichtung der eingangs genannten Art bereit zu stellen, mit der bei möglichst einfacher Handhabung der Messvorrichtung eine erhöhte Genauigkeit bei einem rotierenden Abtasten der Oberfläche eines Messobjektes erreicht und Störereinflüssen auf die Messgenauigkeit, die von der Antriebseinrichtung herrühren, entgegen gewirkt wird.

[0006] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Hiernach ist vorgesehen, dass der Sondenteil in einen feststehenden Sondenteil und einen mit diesem mechanisch und optisch gekoppelten rotierbaren Sondenteil unterteilt ist und dass ein Strahlteiler zum Erzeugen eines Referenzstrahls und eines Messstrahls für die interferometrische Messung in dem rotierbaren Sondenteil angeordnet ist.

[0007] Die Unterteilung des Sondenteils in einen feststehenden und einen rotierbaren Sondenteil ermöglicht eine relativ einfache Ausrichtung zum Abtasten des Messobjektes und eine Auslegung des Sondenteils für eine präzise rotierende Abtastung. Die Anordnung des Strahlteilers in dem rotierbaren Sondenteil verhindert, dass sich den zu erfassenden Weggitterdifferenzen zwischen Referenzstrahl und Messstrahl, die von der zu messenden Oberfläche herrühren, solche Differenzen überlagern, die durch die Rotation am Übergangsbereich zwischen dem feststehenden Sondenteil und dem rotierenden Sondenteil entstehen.

[0008] Eine weitere Vereinfachung für die Handhabung

ergibt sich durch die Maßnahmen, dass ein von dem Sondenteil räumlich getrenntes Modulationsinterferometer mit darin angeordneter kurzkohärenter Lichtquelle oder räumlich getrenntes Demodulationsinterferometer vorhanden ist,

5 wobei die kurzkohärente Lichtquelle in dem rotierbaren oder in dem feststehenden Sondenteil oder außerhalb des Sondenteils angeordnet ist. Ein günstiger Aufbau wird dabei dadurch erzielt, dass der Sondenteil und das Modulationsinterferometer oder das Demodulationsinterferometer über eine monomode Lichtleitfaser miteinander gekoppelt sind.

[0009] Ein vorteilhafter Aufbau wird des Weiteren dadurch erreicht, dass der Strahlteiler Teil einer Common-Path-Interferometeranordnung ist. Dadurch werden eigene optische Zweige für den Referenzstrahl entbehrlich und eine schlanke Bauform begünstigt.

[0010] Verschiedene, an sich bekannte Alternativen für die Ausführung der Messvorrichtung bestehen darin, dass der Aufbau des Interferometers einem klassischen Interferometer, einem Weißlichtinterferometer oder einem Heterodyninterferometer entspricht.

[0011] Eine vorteilhafte Ausgestaltung besteht weiterhin darin, dass das Interferometer zur Erweiterung des Messbereiches als Mehrwellenlängeninterferometer ausgebildet ist.

[0012] Für eine Messung in sehr engen Kanälen bzw. 25 Bohrungen, wie z. B. einer Einspritzdüse, wird dadurch ermöglicht, dass der Sondenteil in einem Messkopf zum Abtasten des Messobjektes eine optische Messfaser aufweist, der ein Faserstück vorgeschaltet ist und dass als Strahlteiler eine Trennfläche zwischen dem Faserstück und der Messfaser 30 ausgebildet ist. Beispielsweise sind dabei Messungen in Bohrungen eines Durchmessers zwischen 80 µm und einem mm möglich. Das messobjektseitige Ende der Messfaser ist dabei entsprechend der jeweiligen Messaufgabe ausgebildet.

[0013] Zu einem günstigen Aufbau tragen weiterhin die Maßnahmen bei, dass das Licht der Lichtquelle über eine weitere Lichtleitfaser und über einen Faser-Strahlteiler in das Faserstück geführt und aus diesem nach Beleuchten des Messobjektes in die Lichtleitfaser geleitet wird.

[0014] Zum Aufbau und der Wirkungsweise der interferometrischen Messvorrichtung an sich wird auf den eingangs genannten Stand der Technik hingewiesen, in dem noch weitere Literaturstellen zu interferometrischen Messvorrichtungen angegeben sind.

[0015] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0016] Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer interferometrischen Messvorrichtung mit einem Modulations-Interferometer und einem davon räumlich getrennten Sondenteil in schematischer Darstellung und

[0017] Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer interferometrischen Messvorrichtung, bei dem ein Demodulations-Interferometer und ein davon räumlich getrennter Sondenteil vorgesehen sind.

[0018] Bei einer in Fig. 1 gezeigten interferometrischen Messvorrichtung 1 sind eine Baueinheit aus einem Modulations-Interferometer 2 und eine Baueinheit mit einem Sondenteil 6 räumlich voneinander getrennt angeordnet und 60 über eine vorzugsweise monomode Lichtleitfaser 5 miteinander verbunden. Zur Aufnahme von Messlicht, das von einer abgetasteten Objektoberfläche eines Messobjektes 7 über die monomode Lichtleitfaser 5 geführt wird, ist eine Empfängeranordnung 4 mit einem Spektralelement 4.2 und einer Photodetektoranordnung 4.1 vorgesehen, deren Ausgangssignale an eine Auswerteeinrichtung 8 zur rechnerischen Auswertung weitergeleitet werden, die im übrigen auch Steuerungsaufgaben der interferometrischen Messvor-

richtung 1 übernehmen kann.

[0019] Das Modulationsinterferometer umfasst eine kurzkohärente, breitbandige Lichtquelle 3, z. B. eine Superlumineszenzdiode, sowie zwei Modulatoren 2.1, insbesondere akustooptische Modulatoren, ein in einem Zweig angeordnetes Verzögerungselement 2.2, beispielsweise eine planparallele Platte, zwei Strahlteiler, der eine zum Aufteilen des Lichtstrahls in zwei den beiden Modulatoren 2.1 zugeführte Teil-Lichtstrahlen und der andere zum Vereinigen der geteilten Lichtstrahlen, sowie zwei Ablenkelemente. Ein derartiges Modulationsinterferometer ist beispielsweise in der einsgangs erwähnten DE 198 19 762 A1 angegeben, wobei auch die Wirkungsweise näher beschrieben ist.

[0020] Der Sondenteil 6 weist einen feststehenden Sondenteil 6.1 und einen daran mechanisch und optisch angekoppelten rotierbaren Sondenteil 6.2 auf, in dem ein Strahlteiler 6.3 angeordnet ist. Die Anordnung des Strahlteilers 6.3 in dem rotierbaren Sondenteil 6.2 hat den Vorteil, dass sich durch die Rotation keine Wegdifferenzen zwischen dem mit dem Strahlteiler 6.3 erzeugten Referenzstrahl und Messstrahl ergeben können, sondern die entstehenden Änderungen der Wegdifferenz auf die Oberflächeneigenschaften oder Form, Abstand, Abstandsänderung, z. B. Schwingungen, der abgetasteten Oberfläche des Messobjektes 7 zurückzuführen sind.

[0021] Das Licht der kurzkohärenten Lichtquelle 3 des Modulations-Interferometers 2 wird mit einer Linse kolliert und auf die zwei Teil-Lichtstrahlen aufgeteilt. Das Modulations-Interferometer ist z. B. nach dem Prinzip eines Mach-Zehnder-Interferometers aufgebaut. Die beiden Teil-Lichtstrahlen werden mit Hilfe der Modulatoren 2.1 gegenseitig in der Frequenz verschoben. Die Frequenzdifferenz beträgt z. B. einige kHz. In einem Arm des Modulations-Interferometers 2 bewirkt das Verzögerungselement 3 eine Differenz der optischen Wege beider Teil-Lichtstrahlen, die länger als die Kohärenzlänge der Lichtquelle 3 ist. Die beiden Teil-Lichtstrahlen werden in dem nachfolgenden Strahlteiler überlagert und in die monomode Lichtleitfaser 5 eingekoppelt. Aufgrund der optischen Wegdifferenz interferieren die Teil-Lichtstrahlen nicht. Das Licht wird über einen Lichtleiter zum Sondenteil 6 geführt und dort ausgekoppelt.

[0022] Der rotierbare Sondenteil 6.2 beinhaltet außer dem Strahlteiler 6.3 weitere optische Elemente, die den zugeführten Lichtstrahl auf die zu vermessende Oberfläche des Messobjektes 7 fokussieren. Der optische Weg von dem Strahlteiler 6.3 zur Messfläche gleicht die in dem Modulations-Interferometer 2 eingebrachte optische Wegdifferenz aus. Mit dem Strahlteiler 6.3 wird der Lichtstrahl in den zu dem Messobjekt geführten Messstrahl und einen Referenzstrahl aufgeteilt. Durch die Rotation des rotierbaren Sondenteils 6.2 wird z. B. die Wand einer Bohrung abgetastet und die Formabweichung des Innenzylinders vermessen. Das dabei von der Messoberfläche reflektierte Licht wird mit dem Referenzstrahl überlagert und in die Lichtleitfaser 5 eingekoppelt. Aufgrund des Wegdifferenzausgleichs können die Lichtstrahlen des Messstrahls und des Referenzstrahls interferieren. Die Licht-Phasendifferenz beinhaltet Informationen über den Abstand zur Messoberfläche.

[0023] Das über die Lichtleiterfaser 5 zu dem Modulations-Interferometer 2 geleitete Licht wird ausgekoppelt und mit Hilfe des Spektralelementes 4.2, z. B. eines Gitters oder Prismas, in mehrere spektrale Anteile der Wellenlängen  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  zerlegt und auf der Photodetektoranordnung 4.1 fokussiert. Jeder Photodetektor liefert ein elektrisches Signal mit der durch die Modulatoren 2.1 erzeugten Differenzfrequenz und einer Phase  $\Delta\phi$ , die mit der Messgröße  $\Delta L$  des Abstandes zu dem Messobjekt 7 und der zugehörigen Wellenlänge  $\lambda_n$  zusammenhängt gemäß der Beziehung  $\Delta\phi =$

$$(2 \cdot \pi / \lambda_n) \cdot \Delta L.$$

[0024] Durch die Vermessung der Phasendifferenzen der Signale mehrerer Photodetektoren (Mehrwellenlängen-Heterodyn-Interferometrie) lässt sich der Abstand  $\Delta L$ , der größer als einzelne Lichtwellenlängen sein darf, eindeutig bestimmen. Die Auswertung erfolgt mittels der Auswerteeinrichtung 8.

[0025] Grundsätzlich ähnlich wie die in Fig. 1 gezeigte interferometrische Messvorrichtung 1 arbeitet auch die in Fig. 10 2 gezeigte weitere interferometrische Messvorrichtung 1. Hierbei ist die interferometrische Messvorrichtung 1 jedoch in ein Demodulations-Interferometer 2' und einen davon entfernten, mittels der Lichtleitfaser 5 gekoppelten Sondenteil 6 gekoppelt, der ebenfalls in den feststehenden Sondenteil 6.1 und den rotierbaren Sondenteil 6.2 unterteilt ist.

[0026] Die kurzkohärente Lichtquelle 3, z. B. eine Superlumineszenzdiode, befindet sich hierbei in dem rotierbaren Sondenteil 6.2. Ihr Licht wird über eine weitere Lichtleitfaser 6.4, ebenfalls vorzugsweise eine monomode Lichtleitfaser, 20 mittels eines Faser-Strahlteilers 6.3' in ein Faserstück 6.5 eingekoppelt, das mittels eines Faserverbinders in einem Messkopf 6.6 mit einer dem Messobjekt 7 zugekehrten Messfaser 6.7 gekoppelt ist. Mittels der an ihrem freien Ende zum Befeuern der Messoberfläche und Aufnehmen 25 des davon reflektierten Lichts ausgebildeten Messfaser 6.2 wird die Oberfläche des Messobjektes 7, z. B. eins sehr enge Bohrung einer Einspritzdüse, optisch abgetastet.

[0027] Die Austrittsfläche des Faserstückes 6.5 am Übergang zu der Messfaser 6.7 ist so beschichtet, dass sie die Funktion eines Strahlteilers 6.3 hat. Das Licht wird an diesem Strahlteiler 6.3 in zwei Teilstrahlen aufgeteilt, den Messstrahl und den Referenzstrahl. Der Referenzstrahl wird zurück in das Faserstück 6.5 eingekoppelt und über einen optischen Koppler 6.8 am Übergang zwischen dem rotierbaren Sondenteil 6.2 und dem feststehenden Sondenteil 6.1 in das Demodulations-Interferometer 2' geführt. Der Messstrahl wird aus der Messfaser, deren Ende speziell behandelt, z. B. unter einem Winkel von 45° geschliffen und verspiegelt ist, ausgekoppelt und beleuchtet die zu vermessende 35 Innenwand der kleinen Bohrung des Messobjektes 7. Die Messfaser 6.7 hat einen Durchmesser von z. B. 125 µm. Das von der Wand der Bohrung reflektierte Licht wird über die Messfaser 6.7, den Faser-Strahlteiler 6.3' und den optischen Koppler 6.8 in das Demodulations-Interferometer 2' eingekoppelt und mit dem Referenzstrahl überlagert. Die beiden Strahlen können nicht interferieren, da die Kohärenzlänge der Lichtquelle 3 kürzer als die Hälfte der Messfaser 6.7 ist. Das Demodulations-Interferometer 2' ist z. B. nach dem Prinzip eines Mach-Zehnder-Interferometers aufgebaut.

[0028] In dem Demodulations-Interferometer 2' wird das ankommende Licht auf zwei Teil-Lichtstrahlen aufgeteilt. In einem Arm des Demodulations-Interferometers 2' ist das Verzögerungselement 2.2, z. B. ebenfalls eine planparallele Glasplatte, eingesetzt, das die Differenz der optischen Wege zwischen dem Messstrahl und dem Referenzstrahl, die in dem Messkopf 6.6 erzwungen wurde, zurücksetzt. Die beiden Teil-Lichtstrahlen werden mit Hilfe der Modulatoren 2.1, z. B. ebenfalls akustooptische Modulatoren, gegenseitig in der Frequenz verschoben, wobei die Frequenzdifferenz 40 auch hierbei z. B. einige kHz beträgt. Die beiden interferenzfähigen Teil-Lichtstrahlen werden in einem weiteren Strahlteiler überlagert, ausgekoppelt, mit Hilfe des Spektralelementes 4.2, z. B. einem Gitter oder Prisma, in mehrere spektrale Anteile mit Wellenlängen  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  zerlegt und auf der Photodetektoranordnung 4.1 fokussiert. Die Auswertung erfolgt dann entsprechend dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1.

[0029] Die Informationsübertragung von dem rotierenden

Sondenteil **6.2** zu dem feststehenden Sondenteil **6.1** erfolgt über den optischen Koppler **6.8**, der z. B. in Form zweier an den Faserenden der entsprechenden Lichtleitfasern **5** angeordneter Grin(= graduade-index-)Linsen ausgeführt sein kann. Da der optische Koppler **6.8** sich im Lichtweg nach dem Faser-Strahlteiler **6.3'** bzw. dem Strahlteiler **6.3** befindet, stören evtl. kleine Verkippungen oder Verschiebungen beider Sondenteile **6.1, 6.2** während der Drehung nicht, so dass durch die Rotation bei der Abtastung keine Verfälschungen des Messergebnisses entstehen.

5

10

in die Lichtleitfaser (**5**) geleitet wird.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

Patentansprüche

1. Interferometrische Messvorrichtung zum Messen von Oberflächenkenngroßen, Formen, Abständen, Abstandsänderungen, z. B. Schwingungen, von Messobjekten (**7**) mit einem Sondenteil (**6**), dadurch gekennzeichnet,  
dass der Sondenteil (**6**) in einen feststehenden Sondenteil (**6.1**) und einen mit diesem mechanisch und optisch 15  
gekoppelten rotierbaren Sondenteil (**6.2**) unterteilt ist  
und  
dass ein Strahlteiler (**6.3; 6.3'**) zum Erzeugen eines Referenzstrahls und eines Messstrahls für die interferometrische Messung in dem rotierbaren Sondenteil (**6.2**) 20  
angeordnet ist.  
2. Messvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein von dem Sondenteil (**6**) räumlich getrenntes Modulationsinterferometer (**2**) mit darin angeordneter kurzkohärenter Lichtquelle (**3**) oder 25  
räumlich getrenntes Demodulationsinterferometer (**2'**) vorhanden ist, wobei die kurzkohärente Lichtquelle (**3**) in dem rotierbaren oder in dem feststehenden Sondenteil (**6**) oder außerhalb des Sondenteils (**6**) angeordnet ist.  
3. Messvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Sondenteil (**6**) und das Modulationsinterferometer (**2**) oder das Demodulationsinterferometer (**2'**) über eine monomode Lichtleitfaser (**5**) 30  
miteinander gekoppelt sind.  
4. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlteiler (**6.3**) Teil einer Common-Path-Interferometeranordnung ist.  
5. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufbau 45  
des Interferometers einem klassischen Interferometer, einem Weißlichtinterferometer oder einem Heterodyninterferometer entspricht.  
6. Messvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Interferometer zur Erweiterung 50  
des Messbereiches als Mehrwellenlängeninterferometer ausgebildet ist.  
7. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass der Sondenteil (**6**) in einem Messkopf (**6.6**) zum 55  
Abtasten des Messobjektes (**7**) eine optische Messfaser (**6.7**) aufweist, der ein Faserstück (**6.5**) vorgeschaltet ist  
und  
dass als Strahlteiler (**6.3**) eine Trennfläche zwischen dem Faserstück (**6.5**) und der Messfaser (**6.7**) ausgebildet ist.  
8. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Licht der Lichtquelle (**3**) über eine weitere Lichtleitfaser (**6.4**) und über einen 60  
Faser-Strahlteiler (**6.3**) in das Faserstück (**6.5**) geführt und aus diesem nach Beleuchten des Messobjektes (**7**)

